

10 ПОВЕРКА КАЛИБРАТОРА

Государственная система обеспечения единства измерений

УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя ГЦИ СИ
ФГУ «Менделеевский ЦСМ»
по Сергиево-Посадскому филиалу ГЦИ СИ

Е.А. Павлюк

« »

2007 г.

**Калибраторы промышленных процессов универсальные АКПП-7301
фирмы Shen Zhen Victor Hi-tech Co., Ltd, Китай
Методика поверки**

Госреестр № _____

Методика поверки», распространяется на калибраторы промышленных процессов универсальные АКПП-7301 (далее калибраторы) фирмы Shen Zhen Victor Hi-tech Co., Ltd, Китай, предназначенные для измерения напряжения и силы постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току, частоты, температуры с помощью терморпар и термопреобразователей сопротивления, а также формирование в режиме калибратора: постоянного напряжения и тока, сопротивления постоянному току, частоты и количества импульсов, имитация статических характеристик терморпар и термопреобразователей сопротивления, коммутации внешних цепей с заданной частотой.

Калибраторы многофункциональные предназначены для тестирования, настройки и испытаний оборудования и измерительных систем в лабораторных и промышленных условиях.

Документ устанавливает методику первичной и периодической поверки в соответствии с требованиями МИ 1202-86 «ГСИ. Приборы и преобразователи измерительные напряжения, тока, сопротивления цифровые. Общие требования к методике поверки», МИ 1199-86 «ГСИ. Калибраторы и преобразователи измерительные цифрового кода в постоянное электрическое напряжение и ток. Методика поверки», ГОСТ 8.366-79 «Омметры цифровые. Методы и средства поверки», МИ 1695-87 «ГСИ. Меры электрического сопротивления многозначные, применяемые в цепях постоянного тока. Методика поверки», МИ 1835-88 «ГСИ Частотомеры электронно-счетные. Методика поверки», ГОСТ 8.206-76 «ГСИ. Генераторы импульсов измерительные. Методы и средства поверки», с использованием ГОСТ 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования» и ГОСТ 6651-94 «Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний».

Примечание – Возможно проводить поверку только для тех типов и температурных диапазонов градуировок термопар и термопреобразователей сопротивления, которые имеются на предприятии, использующем калибраторы промышленных процессов универсальные АКПП-7301. Это должно отражаться в свидетельстве о поверке.

Межповерочный интервал 1 год.

10.1 Операции поверки

При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 6.

Таблица 6 – Операции поверки

№ п/п	Операция поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
			пер- вич- ной	пери- оди- чес- кой
	Внешний осмотр	10.6.1	Да	Да
	Опробование	10.6.2	Да	Да
	Определение метрологических характеристик	10.6.3		
	Определение основных погрешностей измерений	10.6.3.1		
	Определение основной погрешности измерений постоянного напряжения	10.6.3.1.1	Да	Да
	Определение основной погрешности измерений постоянного тока	10.6.3.1.2	Да	Да
	Определение основной погрешности измерений электрического сопротивления	10.6.3.1.3	Да	Да
	Определение основной погрешности измерений частоты	10.6.3.1.4	Да	Да
	Определение основной погрешности измерений температуры с помощью термодпар	10.6.3.1.5	Да	Да
	Определение основной погрешности измерений температуры с помощью термометров сопротивления	10.6.3.1.6	Да	Да

Определение основных погрешностей формирований сигналов	10.6.3.2		
Определение основной погрешности формирования постоянного напряжения	10.6.3.2.1	Да	Да
Определение основной погрешности формирования постоянного тока	10.6.3.2.2	Да	Да
Определение основной погрешности формирования электрического сопротивления	10.6.3.2.3	Да	Да
Определение основной погрешности формирования статических характеристик термомпар	10.6.3.2.4	Да	Да
Определение основной погрешности формирования статических характеристик термометров сопротивления	10.6.3.2.5	Да	Да
Определение основной погрешности формирования частоты	10.6.3.2.6	Да	Да
Определение основной погрешности формирования числа импульсов	10.6.3.2.7	Да	Да

10.2 Средства поверки

При поверке калибраторов должны использоваться эталонные и вспомогательные средства измерений, удовлетворяющие указанным ниже требованиям и имеющим действующие свидетельства о поверке.

Допускаемая погрешность эталонов, используемых для воспроизведения (измерения) сигналов, подаваемых (измеряемых) на входы (на выходе) поверяемых калибраторов, для каждой поверяемой точки не должна превышать 0,2 предела допускаемой погрешности, нормируемой в Руководстве по эксплуатации калибраторов промышленных процессов универсальных АКПП-7301.

При поверке рекомендуется использовать средства поверки, указанные в таблице 7.

Таблица 7 – Средства поверки

№ п/п методики поверки	Наименование средств поверки	Метрологические и основные технические характеристики средств поверки
10.6.2	Калибратор универсальный 9100 фирмы Fluke	U=: (0 – 50) В погрешность $\pm 0,006$ %; I=: (0 – 50) мА погрешность $\pm(0,014-0,016)$ %; R: (0 – 5) кОм погрешность $\pm(0,015-0,025)$ %; ТП: (-250 - +1767)°С погрешность $\pm(0,17-0,59)$ °С; Pt, Cu: (-200 - +850)°С погрешность $\pm(0,08-0,45)$ °С
10.6.3.1.1 – 10.6.3.1.3	Калибратор универсальный 9100 фирмы Fluke. Мультиметр цифровой прецизионный модели 8508А. Мера электрического сопротивления Р3026-1	U=: (0 – 50) В погрешность $\pm 0,006$ %; I=: (0 – 50) мА погрешность $\pm(0,014-0,016)$ %. I=: от 1 мкА до 200 мА погрешность $\pm(0,0012-0,0014)$ %. (001 – 5000) Ом класс точности 0,002/1,5 10-6
10.6.3.1.4	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-110	От 0,01 Гц до 2 МГц, погрешность $\pm 3 \times 10^{-7}$ f
10.6.3.1.5	Калибратор универсальный 9100 фирмы Fluke	U=: (0 – 100) мВ погрешность $\pm 0,006$ %; ТП: (-250 - +1767)°С погрешность $\pm(0,17-0,59)$ °С.
10.6.3.1.6	Мера электрического сопротивления Р3026-1	(001 – 5000) Ом класс точности 0,002/1,5 10-6
10.6.3.2.1 –	Мультиметр цифровой	U=: от 0,1 мкВ до 20 В погрешность $\pm(0,00035-0,0005)$ %;

10.6.3.2.3	прецизионный модели 8508А	I=: от 1 мкА до 20 мА погрешность $\pm (0,0012-0,0014) \%$; R: от 10 мОм до 20 кОм погрешность $\pm(0,0008-0,0017) \%$
10.6.3.2.4, 10.6.3.2.5	Мультиметр цифровой прецизионный модели 8508А Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	U=: от 0,1 мкВ до 20 В погрешность $\pm(0,00035-0,0005) \%$; R: от 10 мОм до 20 кОм погрешность $\pm(0,0008-0,0017) \%$ (0-232)°С, 3 разряд
10.6.3.2.6	Частотомер ЧЗ-83	от 0,01 Гц до 5 МГц, погрешность $\pm 2 \times 10^{-7} f$
10.6.3.2.7	Частотомер ЧЗ-83	Число импульсов (0-4×10 ⁹) при частоте следования до 200 МГц

Примечание:

Допускается применять другие средства поверки, метрологические и технические характеристики которых не хуже приведенных в таблице 2.

10.3 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80.

Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки и поверяемый калибратор.

10.4 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха (20±2) °С;
- относительная влажность воздуха (30...80) %;
- атмосферное давление (84...106) кПа.

10.5 Подготовка к поверке

Прибор и средства поверки должны быть выдержаны в помещении, где проводят поверку не менее 3 часов.

При работе и измерениях, связанных с контролем малых уровней напряжения, необходимо соблюдать меры, обеспечивающие минимизацию термоконтактных э.д.с.:

- не подвергать приборы воздействию прямых потоков воздуха;
- избегать касания зажимов, соединений и выводов кабелей нагретыми предметами и руками, а если это имело место, необходимо двух-трехминутная пауза перед измерениями.

10.6 Проведение поверки

10.6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого калибратора следующим требованиям:

- комплектность в соответствии с руководством по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления, соединительных элементов, индикаторных устройств, нарушающих работу калибратора или затрудняющих поверку;
- отсутствие повреждений измерительных проводов и их наконечников.

10.6.2 Опробование

Опробование проводят следующим образом. Включить калибратор. На индикаторе кратковременно должны высветиться все надписи, затем калибратор должен перейти в рабочий режим.

Калибратор должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 10 минут.

Опробование проводят в режимах измерения постоянного напряжения и тока, электрического сопротивления с помощью калибратора универсального 9100 фирмы Fluke и формирования

постоянного напряжения и тока, электрического сопротивления с помощью мультиметра цифрового прецизионного модели 8508А в одной из точек любого диапазона.

10.6.3 Определение метрологических характеристик

Мультиметр-калибратор перед поверкой должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 10 минут.

10.6.3.1 Определение основных погрешностей измерений.

10.6.3.1.1 *Определение основной погрешности измерений постоянного напряжения.*

Определение основной абсолютной погрешности измерений постоянного напряжения производится с помощью калибратора универсального 9100 фирмы Fluke, подключенного в соответствии со схемой рис. 17. Измерения проводят для всех диапазонов измерений, выбираемых в ручном режиме, в соответствии с таблицей 12 приложения А.

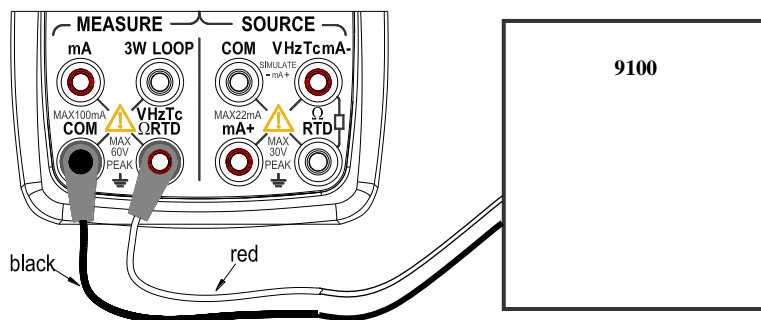


Рис. 17. Схема подключения для поверки по напряжению.

Основная абсолютная погрешность измерений постоянного напряжения вычисляется по формуле:

$$\Delta U = U_{уст} - U_{изм}$$

где $U_{уст}$ – заданное значение выходного напряжения эталонного калибратора;

$U_{изм}$ – напряжение, измеренное поверяемым калибратором.

ΔU не должна превышать:

для диапазона измерений 50 В $\pm(0,0002 \times U_x + 5 \times \kappa)$; ;

для диапазона измерений 500 мВ $\pm(0,0002 \times U_x + 2 \times \kappa)$;

для диапазона измерений 50 мВ и 5 В $\pm(0,0002 \times U_x + 10 \times \kappa)$

где κ - значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.1.2 Определение основной погрешности измерений постоянного тока.

Определение основной абсолютной погрешности измерений постоянного тока производится с помощью калибратора универсального 9100 и мультиметра цифрового 8508А, подключенных в соответствии со схемой рис. 18. Измерения проводят в соответствии с таблицей 13 приложения А.

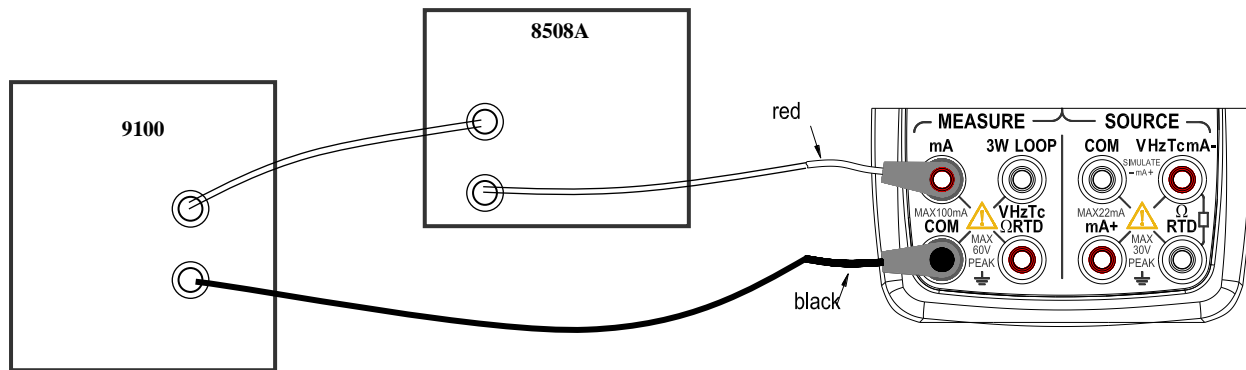


Рис. 18. Схема подключения для поверки по току.

Основная абсолютная погрешность измерений постоянного тока вычисляется по формуле:

$$\Delta I = I_{уст} - I_{изм}$$

где $I_{уст}$ – значение выходного постоянного тока эталонного калибратора, измеренное мультиметром;

$I_{изм}$ – ток, измеренный поверяемым калибратором.

ΔI не должна превышать $\pm(0,0002 \times I_x + 5 \times k)$,

где k - значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.1.3 Определение основной погрешности измерений электрического сопротивления.

Определение основной абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления производится с помощью меры электрического сопротивления P3026-1, подключенной в соответствии со схемой рис. 19. При поверке обязательно должна использоваться 3-х проводная схема подключения. Измерения проводят для всех диапазонов измерений, выбираемых в ручном режиме, в соответствии с таблицей 14 приложения А.

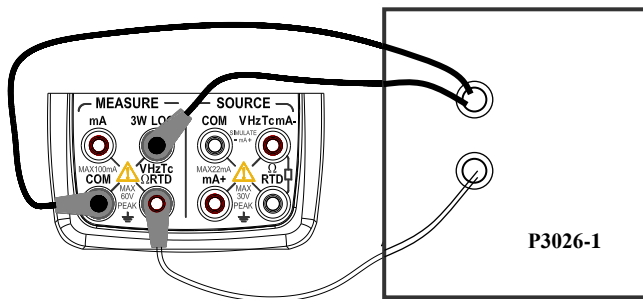


Рис. 19. Схема подключения для поверки по сопротивлению.

Основная абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления вычисляется по формуле:

$$\Delta R = R_{уст} - R_{изм}$$

где $R_{уст}$ – заданное значение сопротивления эталонной меры сопротивления;

Ризм – сопротивление, измеренное поверяемым калибратором.

ΔR не должна превышать:

для диапазона измерений 500 Ом $\pm(0,0002 \times R_x + 10 \times k)$,

для диапазона измерений 5 кОм $\pm(0,0002 \times R_x + 5 \times k)$

где k - значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.1.4 Определение основной погрешности измерений температуры с помощью термопар.

Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры с помощью термопар производится с помощью калибратора универсального 9100, работающего в режиме постоянного напряжения и подключенного в соответствии со схемой рис. 20. Измерения проводят для всех диапазонов измерений для соответствующих термопар с отключенной компенсацией температуры холодного спая в соответствии с таблицами 15 – 23 приложения А.

Примечание – Возможно проводить поверку только для тех типов и температурных диапазонов градуировок термопар, которые имеются на предприятии, использующим калибратор АКПП-7301. Это должно отражаться в свидетельстве о поверке.

Основная абсолютная погрешность измерений температуры с помощью термопар вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{\text{ТП}} = t_{\text{уст}} - t_{\text{изм}}$$

где $t_{\text{уст}}$ – заданное значение температуры (эДС) эталонного калибратора;

$t_{\text{изм}}$ – температура, измеренная поверяемым калибратором.

$\Delta t_{\text{ТП}}$ для всех диапазонов измерений для соответствующих термопар не должна превышать значений, вычисляемых по формулам, приведенным в таблице 8.

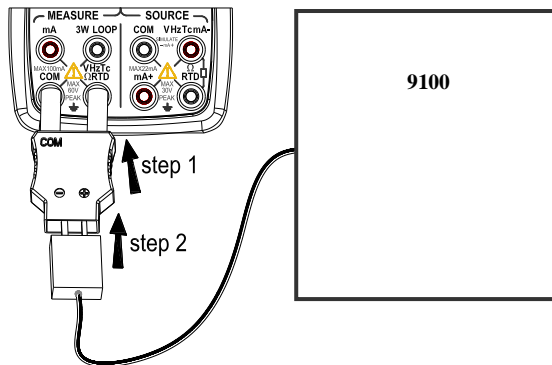


Рис. 20. Схема подключения калибратора универсального 9100 для поверки по температуре с термопарами.

Таблица 8

Тип термопары	Диапазон измерений, °C	Значение единицы младшего разряда (к), °C	Предел допускаемой основной абсолютной погрешности, °C (без учета погрешности термопары)
R	от 0 до плюс 1760	1	±2
S	от 0 до плюс 1760		
K	от минус 00 до плюс 1370	0,1	±1,2 до 0°C ±0,8 свыше 0°C
E	от минус 50 до плюс 1000		±0,9 до 0°C ±1,5 свыше 0°C

J	от минус 60 до плюс 1200		±1,0 до 0°C ±1,7 свыше 0°C
T	от минус 100 до плюс 400		±1,0 до 0°C ±0,7 свыше 0°C
N	от минус 200 до плюс 1300		±1,5 до 0°C ±0,9 свыше 0°C
B	от плюс 600 до плюс 1820	1	±3 от 600 до 800 °C ±2 свыше 800 °C

Примечание. Статические характеристики всех термопар соответствуют ГОСТ 8.585-2001. Для расчета значений статических характеристик используются аппроксимирующие полиномы приложения А ГОСТ 8.585-2001.

Определение погрешности компенсации температуры холодного спая термопары.

Определение основной погрешности компенсации температуры холодного спая термопары производится с помощью термометра.

Термометром измеряется температура воздуха (t_v) в области нижней части поверяемого калибратора. Затем для одной поверяемой температурной точки любой из термопар выполняется сначала измерение температуры с отключенной компенсацией температуры холодного спая ($t_{откл}$), а затем с включенной компенсацией температуры холодного спая ($t_{вкл}$). Значение температуры компенсации холодного спая определяется по формуле

$$t_{комп} = t_{вкл} - t_{откл}$$

Основная абсолютная погрешность компенсации температуры холодного спая термопары вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{комп} = t_v - t_{комп}$$

$\Delta t_{комп}$ не должна превышать значения $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

10.6.3.1.5 Определение основной погрешности измерений температуры с помощью термопреобразователей сопротивления.

Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры с помощью термопреобразователей сопротивления производится с помощью меры электрического сопротивления Р3026-1, подключенной в соответствии со схемой рис. 19. При поверке обязательно должна использоваться 3-х проводная схема подключения. Измерения проводят для соответствующих термопреобразователей сопротивления в соответствии с таблицами 24 – 29 приложения А.

Примечание – Возможно проводить поверку только для тех типов и температурных диапазонов градуировок термопреобразователей сопротивления, которые имеются на предприятии, использующим калибратор АКИП-7301. Это должно отражаться в свидетельстве о поверке.

Основная абсолютная погрешность измерений температуры с помощью термопреобразователей сопротивления вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{TR} = t_{уст} - t_{изм}$$

где $t_{уст}$ – заданное значение температуры (сопротивления) эталонной меры сопротивления;

$t_{изм}$ – температура, измеренная поверяемым калибратором.

Δt_{TR} для всех диапазонов измерений для соответствующих термопреобразователей сопротивления не должна превышать значений, вычисляемых по формулам, приведенным в таблице 9.

Таблица 9

Тип термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерений, °С	Значение единицы младшего разряда (к), °С	Предел допускаемой основной абсолютной погрешности, °С (без учета погрешности термопреобразователя)
Pt100	от минус 200 до плюс 800	0,1	±0,5 до 0°С ±0,7 от 0 до 400°С ±0,8 свыше 400°С
Pt200	от минус 200 до плюс 630		±0,8 до 100°С ±0,9 от 100 до 300° ±1,0 свыше 300°С
Pt500	от минус 200 до плюс 630		±0,4 до 100°С ±0,5 от 100 до 300°С ±0,7 свыше 300°С
Pt1000	от минус 200 до плюс 630		±0,3 до 100°С ±0,5 от 100 до 300° ±0,7 свыше 300°С
Cu10	от минус 100 до плюс 260		±1,8
Cu50	от минус 50 до плюс 150		±0,7

Примечание. Статические характеристики всех термопреобразователей сопротивления кроме Cu10 соответствуют ГОСТ 6651-94. Термопреобразователь сопротивления Cu10 имеет номинальное значение сопротивления 10 Ом при температуре 25°С ($R_0=9,035$ Ом), $W_{100}=1,4274$ и интерполяционное уравнение $W_t=0,00427 \times t$.

10.6.3.1.6 Определение основной погрешности измерений частоты.

Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты производится с помощью генератора ГЗ-110, подключенного в соответствии со схемой рис. 21. Измерения проводят при выходном напряжении генератора ~ 3 В для всех диапазонов измерений в соответствии с таблицей 30 приложения А.

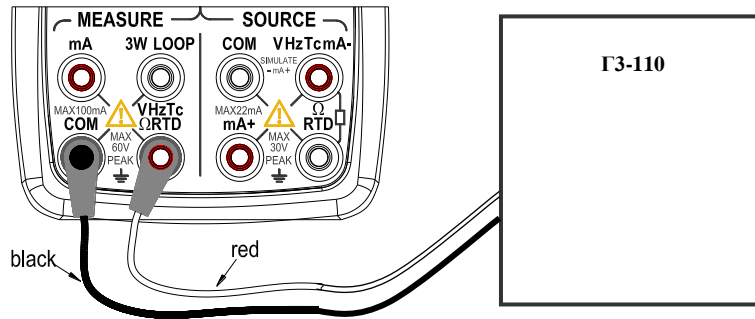


Рис. 21. Схема подключения генератора для поверки по частоте.

Основная абсолютная погрешность измерений частоты вычисляется по формуле:

$$\Delta F = F_{\text{уст}} - F_{\text{изм}}$$

где $F_{\text{уст}}$ – заданное значение выходной частоты генератора;

$F_{\text{изм}}$ – частота, измеренная поверяемым калибратором.

ΔF для всех диапазонов измерений не должна превышать $\pm 2 \times k$

где k – значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.2 Определение основной погрешности формирования сигналов.

10.6.3.2.1 Определение основной погрешности формирования постоянного напряжения.

Определение основной абсолютной погрешности формирования постоянного напряжения производится с помощью мультиметра цифрового 8508А, подключенного в соответствии со схемой рис. 22. Измерения проводят для обоих диапазонов формирования в соответствии с таблицей 31 приложения Б.

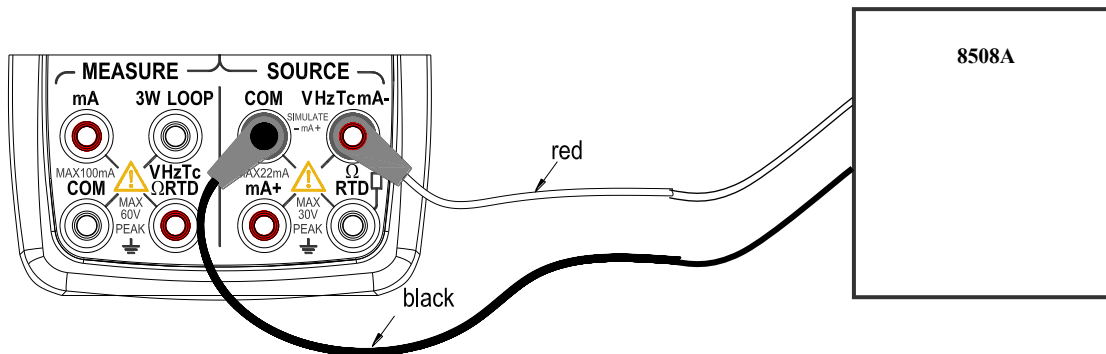


Рис. 22. Схема подключения для поверки формирования постоянного напряжения.

Основная абсолютная погрешность формирования постоянного напряжения вычисляется по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{уст}} - U_{\text{изм}}$$

где $U_{\text{уст}}$ – заданное значение выходного напряжения поверяемого калибратора;

$U_{\text{изм}}$ – напряжение, измеренное эталонным мультиметром.

ΔU для всех диапазонов не должна превышать $\pm(0,0002 \times U_{\text{к}} + 10 \times n)$,

где n - значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.2.2 Определение основной погрешности формирования постоянного тока.

Определение основной абсолютной погрешности формирования постоянного тока производится с помощью мультиметра цифрового 8508А, подключенного в соответствии со схемой рис. 23. Измерения проводят для всех диапазонов формирования в соответствии с таблицей 32 приложения Б.

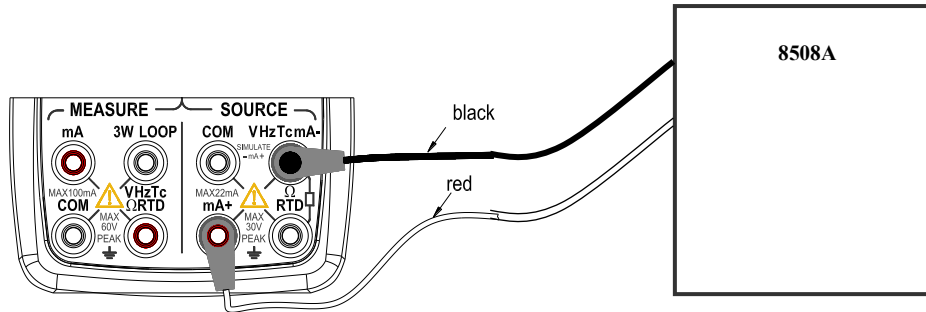


Рис. 23. Схема подключения для проверки формирования постоянного тока.

Основная абсолютная погрешность формирования постоянного тока вычисляется по формуле:

$$\Delta I = I_{уст} - I_{изм}$$

где $I_{уст}$ – заданное значение выходного тока поверяемого калибратора;

$I_{изм}$ – ток, измеренный эталонным мультиметром.

ΔI не должна превышать $\pm(0,0002 \times I_k + 3 \times n)$,

где n - значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.2.3 Определение основной погрешности формирования сопротивления.

Определение основной абсолютной погрешности формирования сопротивления производится с помощью мультиметра цифрового 8508А, подключенного в соответствии со схемой рис. 24. При проведении измерений сопротивления с целью исключения ошибки должны быть согласованы

(выбраны одинаковые значения) величины рабочего тока поверяемого калибратора и тока измерителя сопротивления. Рабочий ток поверяемого калибратора имеет следующие значения:

- 1 мА для диапазона 400 Ом;
- 0,1 мА для диапазона 4 кОм;
- 0,01 мА для диапазона 40 кОм.

Измерения проводят в соответствии с таблицей 33 приложения Б.

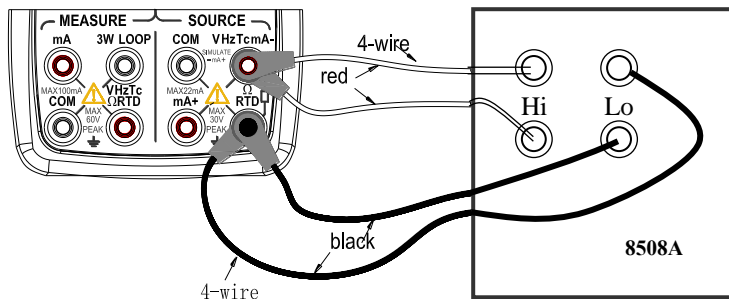


Рис. 24. Схема подключения для проверки формирования электрического сопротивления. Основная абсолютная погрешность формирования сопротивления вычисляется по формуле:
 $\Delta R = R_{уст} - R_{изм}$

где $R_{уст}$ – заданное значение сопротивления поверяемого калибратора;

$R_{изм}$ – сопротивление, измеренное эталонным мультиметром.

ΔR не должна превышать:

для предела 400 Ом $\pm(0,0002 \times R_k + 5 \times n)$,

для предела 4 кОм $\pm(0,0005 \times R_k + 5 \times n)$,

для предела 40 кОм $\pm(0,001 \times R_k + 10 \times n)$,

где n - значение единицы младшего разряда поверяемого калибратора.

10.6.3.2.4 Определение основной погрешности формирования статических характеристик термопар.

Определение основной абсолютной погрешности формирования статических характеристик термопар производится с помощью мультиметра цифрового 8508А, подключенного в соответствии со схемой рис. 25 Измерения проводят для выбранных термопар в соответствии с таблицами 34 – 41 приложения Б.

Примечание – Возможно проводить поверку только для тех типов и температурных диапазонов градуировок термопар, которые имеются на предприятии, использующим калибратор АКИП-7301. Это должно отражаться в свидетельстве о поверке.

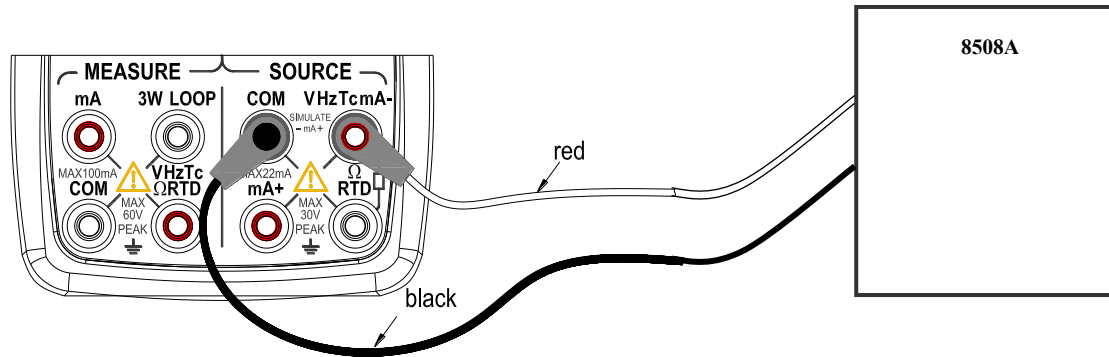


Рис. 25. Схема подключения для поверки формирования статических характеристик термопар. Основная абсолютная погрешность формирования постоянного напряжения
Основная абсолютная погрешность формирования статических характеристик термопар вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{\text{ТП}} = t_{\text{уст}} - t_{\text{изм}}$$

где $t_{уст}$ – заданное значение температуры поверяемого калибратора;
 $t_{изм}$ – температура (термоэдс), измеренная эталонным мультиметром.

$\Delta t_{ТП}$ для всех диапазонов формирования для соответствующих термопар не должна превышать значений, вычисляемых по формулам, приведенным в таблице 10.

Таблица 10

Тип термопары	Диапазон измерений, °С	Значение единицы младшего разряда (n), °С	Предел допускаемой основной абсолютной погрешности, °С (без учета погрешности термопары)
R	от минус 40 до плюс 1760	1	±2 до 100°С ±1 свыше 100°С
S	от минус 20 до плюс 1760		
K	от минус 200 до плюс 1370	0,1	±0,6 до минус 100°С ±0,5 от минус 100 до 400°С ±0,7 от 400 до 1200°С ±0,9 свыше 1200°С
E	от минус 200 до плюс 1000		
J	от минус 200 до плюс 1200		

T	от минус 200 до плюс 400		±0,6
N	от минус 200 до плюс 1300		±1,0 до минус 100°C ±0,7 от минус 100 до 900°C ±0,8 свыше 900°C
B	от плюс 400 до плюс 1800	1	±2 до 800°C ±1 свыше 800°C

10.6.3.2.5 Определение основной погрешности формирования статических характеристик термопреобразователей сопротивления.

Определение основной абсолютной погрешности формирования статических характеристик термопреобразователей сопротивления производится с помощью мультиметра цифрового 8508А, подключенного в соответствии со схемой рис. 24. При проведении измерений сопротивления с целью исключения ошибки должны быть согласованы (выбраны одинаковые значения) величины рабочего тока поверяемого калибратора и тока измерителя сопротивления. Рабочий ток поверяемого калибратора имеет следующие значения:

- (0,5-3) мА для Pt100, Cu10 и Cu50;
- (0,05-0,3) мА для Pt200, Pt500 и Pt1000.

Измерения проводят для выбранных термопреобразователей сопротивления в соответствии с таблицами 42 – 47 приложения Б.

Примечание – Возможно проводить поверку только для тех типов и температурных диапазонов градуировок термопреобразователей сопротивления, которые имеются на предприятии, использующим калибратор АКИП-7301. Это должно отражаться в свидетельстве о поверке.

Основная абсолютная погрешность измерений температуры с помощью термопреобразователей сопротивления вычисляется по формуле:

$$\Delta t_{TR} = t_{уст} - t_{изм}$$

где $t_{уст}$ – заданное значение температуры поверяемого калибратора;

тизм – температура (сопротивление), измеренная эталонным мультиметром.

Δt_{TR} для всех диапазонов формирования статических характеристик для соответствующих термопреобразователей сопротивления не должна превышать значений, вычисляемых по формулам, приведенным в таблице 11.

Таблица 11

Тип термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерений, °С	Значение единицы младшего разряда (n), °С	Предел допускаемой основной абсолютной погрешности, °С (без учета погрешности термопреобразователя)
Pt100 W100=1,385	от минус 200 до плюс 800	0,1	±0,3 до 0°С ±0,5 от 0 до 400°С ±0,8 свыше 400°С
Pt200 W100=1,385	от минус 200 до плюс 630		±0,2 до 100°С ±0,3 от 100 до 300°С ±0,4 свыше 300°С
Pt500 W100=1,385			
Pt1000 W100=1,385			
Cu10 W100=1,4274	от минус 100 до плюс 260		±2,0
Cu50 W100=1,4260	от минус 50 до плюс 150		±0,6 до 100 °С ±1,0 свыше 100°С

Примечание. Статические характеристики всех термопреобразователей сопротивления кроме Cu10 соответствуют ГОСТ 6651-94. Термопреобразователь сопротивления Cu10 имеет

номинальное значение сопротивления 10 Ом при температуре 25°C ($R_0=9,035 \text{ Ом}$), $W_{100}=1,4274$ и интерполяционное уравнение $W_t=0,00427 \times t$.

10.6.3.2.6 Определение основной погрешности формирования частоты.

Определение основной абсолютной погрешности формирования частоты производится с помощью частотомера ЧЗ-83, подключенного в соответствии со схемой рис. 26. Измерения проводят для всех диапазонов формирования в соответствии с таблицей 48 приложения Б.

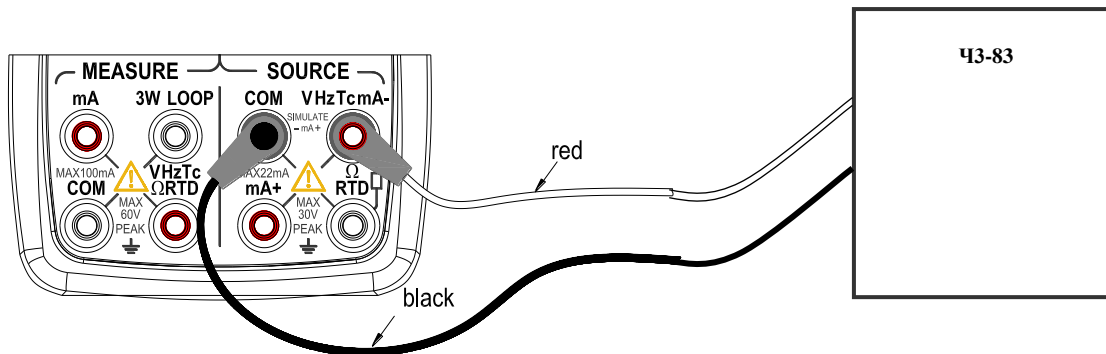


Рис. 26. Схема подключения частотомера для проверки формирования частоты и числа импульсов.

Основная абсолютная погрешность формирования частоты вычисляется по формуле:

$$\Delta F = F_{уст} - F_{изм}$$

где $F_{уст}$ – заданное значение выходной частоты поверяемого калибратора;

$F_{изм}$ – частота, измеренная частотомером.

ΔF для всех диапазонов измерений не должна превышать $\pm 2 \times n$,

где n - значение единицы младшего разряда калибратора.

10.6.3.2.7 Определение основной погрешности формирования числа импульсов.

Определение основной абсолютной погрешности формирования числа импульсов производится с помощью частотомера ЧЗ-83, подключенного в соответствии со схемой рис. 26. Измерения проводят для всех диапазонов формирования в соответствии с таблицей 49 приложения Б.

Основная абсолютная погрешность формирования числа импульсов вычисляется по формуле:

$$\Delta N = N_{\text{уст}} - N_{\text{изм}}$$

где $N_{\text{уст}}$ – заданное число выходных импульсов поверяемого калибратора;

$N_{\text{изм}}$ – число импульсов, измеренное частотомером.

ΔN не должна превышать:

±1 до 100 импульсов;

±10 от 101 до 1000 импульсов;

±100 свыше 1000 импульсов.

10.7 Оформление результатов поверки

10.7.1 Положительные результаты поверки калибратора промышленных процессов универсального АК ИП-7301 оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

10.7.2 При несоответствии результатов поверки калибратора промышленных процессов универсального АК ИП-7301 требованиям любого из пунктов настоящей методики калибратор АК ИП-7301 к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006. В извещении указывают причину непригодности.

Таблица 12. Определение основной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Предел измерения, В	Поверяемая точка U_0 , В	Показания поверяемого калибратора U_x , В	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, В	
			нижний	верхний
50 мВ	5,000 мВ		4,989 мВ	5,011 мВ
	10,000 мВ		9,988 мВ	10,012 мВ
	25,000 мВ		24,985 мВ	25,015 мВ
	50,000 мВ		49,980 мВ	50,020 мВ
500 мВ	50,00 мВ		39,97 мВ	50,03 мВ
	100,00 мВ		99,96 мВ	100,04 мВ
	250,00 мВ		249,93 мВ	250,07 мВ
	500,00 мВ		499,88 мВ	500,12 мВ
5	0,5000		0,4989	0,5011
	1,0000		0,9988	1,0012
	2,5000		2,4985	2,5015
	5,0000		4,9980	5,0020
50	5,000		4,949	5,051
	10,000		9,948	10,052
	25,000		24,945	25,055
	50,000		49,940	50,060

Таблица 13. Определение основной погрешности измерения постоянного тока

Предел измерения, мА	Поверяемая точка I_0 , мА	Показания поверяемого калибратора I_x , мА	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, мА	
			нижний	верхний
50	4,000		3,994	4,006
	10,000		9,993	10,007
	25,000		24,090	25,010
	50,000		49,985	50,015

Таблица 14. Определение основной погрешности измерения сопротивления

Предел измерения, кОм	Поверяемая точка R_0 , кОм	Показания поверяемого калибратора R_x , кОм	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, кОм	
			нижний	верхний
500 Ом	50,00 Ом		99,89	50,11
	100,00 Ом		99,88	100,12
	250,00 Ом		249,85	250,15
	490,00 Ом		499,80	500,20
5	0,5000		0,4994	0,5006
	1,0000		0,994	1,0007
	2,5000		2,4990	2,0010
	5,0000		4,9985	5,0015

Таблица 15. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа R

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
0 - 500	5 (0,0268)		3 (0,0160)	7 (0,0377)
	30 (0,1706)		28 (0,1585)	32 (0,1828)
	100 (0,6474)		98 (0,6325)	102 (0,6624)
	300 (2,4006)		298 (2,3811)	302 (2,4200)
	490 (4,3626)		488 (4,3410)	492 (4,3843)
501 - 1760	510 (4,5804)		508 (4,5585)	512 (4,6022)
	650 (6,1572)		648 (6,1340)	652 (6,1804)
	800 (7,9498)		798 (7,9252)	802 (7,9745)
	1200 (13,2315)		1198 (13,2035)	1202 (13,2594)
	1750 (20,8770)		1748 (20,8517)	1752 (20,9023)

Таблица 16. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа S

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
0 - 500	5 (0,0273)		3 (0,0163)	7 (0,0384)
	30 (0,1728)		28 (0,1607)	32 (0,1851)
	100 (0,6459)		98 (0,6313)	102(0,6606)
	300 (2,3230)		298 (2,3048)	302 (2,3413)
	490 (4,1344)		488 (4,1147)	492 (4,1542)

501 - 1760	510 (4,3325)		508 (4,3126)	512 (4,3523)
	650 (5,7530)		648 (5,7322)	652 (5,7737)
	800 (7,3450)		798 (7,3232)	802 (7,3667)
	1200 (11,9648)		1198 (11,9401)	1202(11,9895)
	1750 (18,5033)		1748 (18,4818)	1752(18,5246)

Таблица 17. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа К

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
-100 - 0	-95,0 (-3,3996)		-96,2 (-3,4369)	-93,8(-3,3622)
	-20,0 (-0,7775)		-21,2 (-0,8234)	-18,8 (-0,7316)
	0,0 (0,0000)		-1,2 (-0,0473)	1,2 (0,0474)
+1 - +1370	5,0 (0,1979)		4,2 (0,1661)	5,8 (0,2296)
	100,0 (4,0962)		99,2 (4,0631)	100,8 (4,1293)
	450,0 (18,5158)		449,2 (18,4818)	450,8 (18,5498)
	600,0 (24,9055)		599,2 (24,8715)	600,8 (24,9395)
	900,0 (37,3259)		899,2 (37,2939)	900,8 (37,3579)
	1350,0 (54,1377)		1349,2 (54,1104)	1350,8 (54,1651)

Таблица 18. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа E

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
-50 - 0	-45,0 (-2,5227)		-45,9 (-2,5705)	-44,1 (-2,4747)
	-10,0 (-0,5815)		-10,9 (-0,6333)	-9,1 (-0,5297)
	0,0 (0,0000)		-0,9 (-0,0528)	0,9 (0,0528)
+1 - +1000	10,0 (0,5912)		8,5 (0,5019)	11,5 (0,6806)
	100,0 (6,3189)		98,5 (6,2177)	101,5 (6,4203)
	250,0 (17,1806)		248,5 (17,0662)	251,5 (17,2950)
	500,0 (37,0054)		498,5 (36,8840)	501,5 (37,1268)
	750,0 (57,0801)		748,5 (57,1986)	751,5 (57,1986)
	950,0 (72,6027)		948,5 (72,4889)	951,5 (72,7163)

Таблица 19. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа J

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
-60 - 0	-55,0 (-2,6632)		-56,0 (-2,7093)	-54,0 (-2,6170)
	-20,0 (-0,9947)		-21,0 (-1,0437)	-19,0 (-0,9456)
	0,0 (0,0000)		-1,0 (-0,0504)	1,0 (0,0504)
+1 - +1200	10,0 (0,5068)		8,3 (0,4202)	11,7 (0,5935)
	100,0 (5,2689)		98,3 (5,1765)	101,7 (5,3614)

	300,0 (16,3272)		298,3 (16,2331)	301,7 (16,4213)
	600,0 (33,1024)		598,3 (33,0030)	601,7 (33,2019)
	950,0 (54,9558)		948,3 (54,8525)	951,7 (55,0589)
	1150,0 (66,6790)		1148,3 (66,5810)	1151,7 (66,7770)

Таблица 20. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа Т

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
-100 - 0	-95,0 (-3,2352)		-96,0 (-3,2641)	-94,0 (-3,2061)
	-10,0 (-0,3831)		-11,0 (-0,4209)	-9,0 (-0,3452)
	0,0 (0,0000)		-1 (-0,0387)	1 (0,0388)
+1 - +400	10,0 (0,3910)		9,3 (0,3634)	10,7 (0,4186)
	50,0 (2,0357)		49,3 (2,0058)	50,7 (2,0657)
	100,0 (4,2785)		99,3 (4,2458)	100,7 (4,3113)
	200,0 (9,2881)		199,3 (9,2509)	200,7 (9,3253)
	390,0 (20,2550)		389,3 (20,2119)	390,7 (20,2981)

Таблица 22. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа N

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
-200 - 0	-196,0 (-3,9496)		-197,5 (-3,9651)	-194,5 (-3,9338)
	-100,0 (-2,4068)		-101,5 (-2,4381)	-98,5 (-2,3753)
	-10,0 (-0,2604)		-11,5 (-0,2992)	-8,5 (-0,2215)

	0,0 (0,0000)		-1,5 (-0,0392)	1,5 (0,0393)
+1 - +1300	10,0 (0,2609)		9,1 (0,2373)	10,9 (0,2846)
	100,0 (2,7741)		99,1 (2,7475)	100,9 (2,8008)
	600,0 (20,6131)		599,1 (20,5780)	600,9 (20,6482)
	900,0 (32,3713)		899,1 (32,3361)	900,9 (32,4064)
	1290,0 (47,1518)		1289,1 (47,1193)	1290,9 (47,1844)

Таблица 23. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термопары типа В

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
600 - 800	610 (1,8519)		607 (1,8338)	613 (1,8701)
	700 (2,4306)		697 (2,4102)	713 (2,4511)
	790 (3,0776)		787 (3,0550)	793 (3,1003)
801 - 1000	810 (3,2304)		808 (3,2150)	812 (3,2459)
	990 (4,7434)		988 (4,7254)	1002 (4,7616)
1001 - 1820	1010 (4,9259)		1008 (4,9075)	1022 (4,9443)
	1400 (8,9562)		1398 (8,9337)	1412 (8,9788)
	1800 (13,5913)		1798 (13,5683)	1812 (13,6143)

Таблица 24. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термометра сопротивления типа Pt100 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - 0	-196,0 (20,247)		-196,5 (20,031)	-195,5 (20,462)
	-150,0 (39,723)		-150,5 (39,515)	-149,5 (39,931)
	-95,0 (62,280)		-95,5 (62,078)	-94,5 (62,482)
	-10,0 (96,086)		-10,5 (96,086)	-9,5 (96,282)
	0,0 (100,000)		-0,5 (99,805)	0,5 (100,195)
1 - 400	10,0 (103,903)		9,3 (103,630)	10,7 (104,175)
	100,0 (138,506)		99,3 (138,240)	100,7 (138,771)
	200,0 (175,856)		199,3 (175,599)	200,7 (176,113)
	390,0 (243,640)		389,3 (243,398)	390,7 (243,882)
400 - 800	410,0 (250,533)		409,2 (250,258)	410,8 (250,807)
	600,0 (313,708)		599,2 (313,451)	600,8 (313,965)
	790,0 (372,714)		789,2 (372,474)	790,8 (372,954)

Таблица 25. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термометра сопротивления типа Pt200 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - +100	-196,0 (40,493)		-196,8 (39,803)	-195,2 (41,182)
	-150,0 (79,446)		-150,8 (78,780)	-149,2 (80,113)
	-10,0 (192,172)		-10,8 (191,544)	-9,2 (192,799)
	0,0 (200,000)		-0,8 (199,375)	0,8 (200,625)
	95,0 (273,215)		94,2 (272,607)	95,8 (273,823)
101 - 300	110,0 (284,585)		109,1 (283,904)	110,9 (285,266)
	200,0 (351,712)		199,1 (351,050)	200,9 (352,374)
	290,0 (416,968)		289,1 (416,325)	290,9 (417,611)
301 - 630	310,0 (431,215)		309,0 (430,505)	311,0 (431,925)
	450,0 (528,358)		449,0 (521,680)	451,0 (529,036)
	620,0 (640,231)		619,0 (639,592)	621,0 (640,869)

Таблица 26. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термометра сопротивления типа Pt500 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - +100	-196,0 (101,233)		-196,4 (100,371)	-195,6 (102,094)
	-150,0 (198,616)		-150,4 (197,783)	-149,6 (199,449)
	-10,0 (480,429)		-10,4 (479,645)	-9,6 (481,213)
	0,0 (500,000)		-0,4 (499,218)	0,4 (500,782)

	95,0 (683,038)		94,6 (682,279)	95,4 (683,798)
101 - 300	110,0 (711,463)		109,5 (710,517)	110,5 (712,408)
	200,0 (879,280)		199,5 (878,361)	200,5 (880,199)
	290,0 (1042,420)		289,5 (1041,526)	290,5 (1043,313)
301 - 630	310,0 (1078,038)		309,3 (1076,795)	310,7 (1078,280)
	450,0 (1320,896)		449,3 (1319,079)	450,7 (1322,081)
	620,0 (1600,578)		619,3 (1599,460)	620,7 (1601,695)

Таблица 27. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термометра сопротивления типа Pt1000 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - +100	-196,0 (202,465)		-196,3 (201,172)	-195,7 (203,758)
	-150,0 (397,232)		-150,3 (395,982)	-149,7 (398,482)
	-10,0 (960,859)		-10,3 (969,683)	-9,7 (962,035)
	0,0 (1000,000)		-0,3 (998,827)	0,3 (1001,172)
	95,0 (1366,077)		94,7 (1364,937)	95,3 (1367,216)
101 - 300	110,0 (1422,925)		109,5 (1421,034)	110,5 (1424,816)
	200,0 (1758,560)		199,5 (1756,721)	200,5 (1760,399)
	290,0 (2084,839)		289,5 (2083,052)	290,5 (2086,626)
301 - 630	310,0 (2156,075)		309,3 (2153,590)	310,7 (2158,560)
	450,0 (2641,791)		449,3 (2639,419)	450,7 (2644,163)
	620,0 (3201,155)		619,3 (3198,920)	620,7 (3203,389)

Таблица 28. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термометра сопротивления типа Cu10 ($W_{100}=1,4274$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-100 - +260	-95,0 (5,370)		-96,8 (5,301)	-93,2 (5,439)
	-40,0 (7,492)		-41,8 (7,422)	-38,2 (7,561)
	-10,0 (8,649)		-11,8 (8,580)	-8,2 (8,719)
	0,0 (9,035)		-1,8 (8,966)	1,8 (9,104)
	25,0 (10,000)		23,2 (9,930)	26,8 (10,069)
	100,0 (12,983)		98,2 (12,824)	101,8 (12,962)
	180,0 (15,979)		178,2 (15,910)	181,8 (16,049)
	250,0 (18,680)		248,2 (18,610)	251,8 (18,749)

Таблица 29. Определение основной погрешности измерения температуры с помощью термометра сопротивления типа Cu50 ($W_{100}=1,4280$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-50 - +150	-45,0 (40,303)		-45,7 (40,157)	-44,3 (40,460)
	-20,0 (45,704)		-20,7 (45,556)	-19,3 (45,857)
	-10,0 (47,855)		-10,7 (47,706)	-9,3 (48,006)
	0,0 (50,000)		-0,7 (49,851)	0,7 (50,149)
	20,0 (54,260)		19,3 (54,111)	20,7 (54,409)
	50,0 (60,650)		49,3 (60,501)	50,7 (60,799)
	100,0 (71,300)		99,3 (71,151)	100,7 (71,449)
	145,0 (80,885)		144,3 (80,736)	145,7 (81,034)

Таблица 30. Определение основной погрешности измерения частоты

Предел измерения, кГц	Поверяемая точка F_0 , кГц	Показания поверяемого мультиметра-калибратора F_x , кГц	Предел допускаемых показаний поверяемого мультиметра-калибратора, кГц	
			нижний	верхний
500 Гц	50,00 Гц		49,98	50,02
	100,00 Гц		99,98	100,02
	250,00 Гц		249,98	250,02
	500,00 Гц		499,98	500,02
5	0,5000		0,4998	0,5002
	1,0000		0,9998	1,0002
	2,5000		2,4998	2,5002
	5,0000		4,9998	5,0002
50	5,000		4,998	5,002
	10,000		9,998	10,002
	25,000		24,998	25,002
	50,000		49,998	50,002

Таблица 31. Определение основной погрешности формирования напряжения постоянного тока

Предел формирования, В	Поверяемая точка U_0 , В	Показания эталонного мультиметра U_x , В	Предел допускаемых показаний эталонного мультиметра, В	
			нижний	верхний
100 мВ	10,000 мВ		9,988 мВ	10,012 мВ
	25,000 мВ		24,985 мВ	25,015 мВ
	50,000 мВ		49,980 мВ	50,020 мВ
	75,000 мВ		74,975 мВ	75,025 мВ
	100,000 мВ		99,970 мВ	100,030 мВ
1	0,10000		0,09988	0,10012
	0,25000		0,24985	0,25015
	0,50000		0,49980	0,50020
	0,75000		0,74985	0,75025
	1,00000		0,99970	1,00030
10	1,0000		0,9988	1,0012
	2,5000		2,4985	2,5015
	5,0000		4,9980	5,0020
	7,5000		7,4985	7,5025
	10,0000		9,9970	10,0030

Таблица 32. Определение основной погрешности формирования постоянного тока

Предел формирования, мА	Поверяемая точка I_0 , мА	Показания эталонного мультиметра I_x , мА	Предел допускаемых показаний эталонного мультиметра, мА	
			нижний	верхний
20	1,000		0,997	1,003

	4,000		3,996	4,004
	10,000		9,995	10,005
	15,000		14,994	15,006
	20,000		19,993	20,007

Таблица 33. Определение основной погрешности формирования сопротивления

Предел формирования, кОм	Поверяемая точка R ₀ , кОм	Показания эталонного мультиметра R _x , кОм	Предел допускаемых показаний эталонного мультиметра, кОм	
			нижний	верхний
400 Ом	10,00 Ом		9,995	10,005
	50,00 Ом		49,994	50,006
	100,00 Ом		99,993	100,007
	200,00 Ом		199,991	200,009
	400,00 Ом		399,987	400,013
4	0,1000		0,0995	0,1005
	0,5000		0,4992	0,5008
	1,0000		0,9990	1,0010
	2,0000		1,9985	2,0015
	4,0000		3,9975	4,0025
40	1,000		0,989	1,011
	5,000		4,985	5,015
	10,000		9,980	10,020
	20,000		19,970	20,030
	40,000		39,950	40,050

Таблица 34. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термомпары типа К

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка to °С (U ₀ , мВ)	Показания поверяемого калибратора t _x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
-200 - -100	-196,0 (-5,8289)		-196,6 (-5,8385)	-195,4 (-5,8193)
	-110,0 (-3,8523)		-110,6 (-3,8699)	-109,4 (-3,8348)
-101 - +400	-95,0 (-3,3996)		-95,5 (-3,4152)	-94,5 (-3,3841)
	-20,0 (-0,7775)		-20,5 (-0,7966)	-19,5 (-0,7584)
	0,0 (0,0000)		-0,5 (-0,0197)	0,5 (0,0197)
	10,0 (0,3969)		9,5 (0,3769)	10,5 (0,4168)
	100,0 (4,0962)		99,5 (4,0755)	100,5 (4,1169)
	390,0 (15,9750)		389,5 (15,9539)	390,5 (15,9961)
401 - 1200	410,0 (16,8198)		409,3 (16,7902)	410,7 (16,8494)
	900,0 (37,3259)		899,3 (37,2979)	900,7 (37,3539)
	1190,0 (48,4726)		1189,3 (48,4469)	1190,7 (48,4972)
1201 - 1370	1210,0 (49,2024)		1209,1 (49,1697)	1210,9 (49,2351)
	1350,0 (54,1377)		1349,1 (54,1069)	1350,9 (54,1685)

Таблица 35. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термомпары типа Е

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка to °С (U ₀ , мВ)	Показания поверяемого калибратора t _x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
-200 - -100	-196,0 (-8,7221)		-196,6 (-8,7377)	-195,4 (-8,7063)
	-110,0 (-5,6807)		-110,6 (-5,7068)	-109,4 (-5,6545)

-100 - +600	-95,0 (-5,0093)		95,5 (-5,0323)	-94,5 (-4,9863)
	-20,0 (-1,1516)		-20,5 (-1,1798)	-19,5 (-1,1234)
	0,0 (0,0000)		-0,5 (-0,0293)	0,5 (0,0293)
	10,0 (0,5912)		9,5 (0,5614)	10,5 (0,6210)
	100,0 (6,3189)		99,5 (6,2852)	100,5 (6,3527)
	300,0 (21,0362)		299,5 (20,9973)	300,5 (21,0752)
	590,0 (44,2864)		589,5 (44,2640)	590,5 (44,3268)
601 - 1000	610,0 (45,8996)		609,6 (45,8673)	610,4 (45,9318)
	750,0 (57,0801)		749,6 (57,0484)	750,4 (57,1117)
	990,0 (75,6211)		989,6 (75,5910)	990,4 (75,6512)

Таблица 36. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термопары типа J

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
-200 - -100	-196,0 (-7,8010)		-196,6 (-7,8147)	-195,4 (-7,7872)
	-110,0 (-5,0366)		-110,6 (-5,0604)	-109,4 (-5,0128)
-100 - +800	-95,0 (-4,4255)		-95,5 (-4,4463)	-94,5 (-4,4046)
	-20,0 (-0,9947)		-20,5 (-1,0192)	-19,5 (-0,9702)
	0,0 (0,0000)		-0,5 (-0,0252)	0,5 (0,0252)
	10,0 (0,5068)		9,5 (0,4813)	10,5 (0,5323)
	100,0 (5,2689)		99,5 (5,2417)	100,5 (5,2961)
	300,0 (16,3272)		299,5 (16,2995)	300,5 (16,3549)
	790,0 (44,8431)		789,5 (44,8109)	790,5 (44,8752)
801 - 1200	810,0 (46,1289)		809,3 (46,0840)	810,7 (46,1739)
	950,0 (54,9558)		949,3 (54,9133)	950,7 (54,9983)

	1190,0 (68,9801)		1189,3 (68,9400)	1190,7 (69,0203)
--	------------------	--	------------------	------------------

Таблица 37. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термопары типа Т

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
-250 - +400	-245,0 (-6,1457)		-245,6 (-6,1502)	-244,4 (-6,1411)
	-95,0 (-3,2352)		-95,6 (-3,2525)	-94,4 (-3,2178)
	-10,0 (-0,3831)		-10,6 (-0,4057)	-9,4 (0,3603)
	0,0 (0,0000)		-0,6 (-0,0232)	0,6 (0,0233)
	10,0 (0,3910)		9,4 (0,3673)	10,6 (0,4147)
	50,0 (2,0357)		49,4 (2,0100)	50,6 (2,0614)
	100,0 (4,2785)		99,4 (4,2505)	100,6 (4,3066)
	200,0 (9,2881)		199,4 (9,2562)	200,6 (9,3200)
	390,0 (20,2550)		389,4 (20,2181)	390,6 (20,2919)

Таблица 38. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термопары типа В

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
600 - 800	610 (1,8519)		588 (1,7210)	612 (1,8640)
	700 (2,4306)		688 (2,3495)	702 (2,4443)
	790 (3,0776)		778 (2,9875)	792 (3,0927)
801 - 1820	810 (3,2304)		799 (3,1460)	811 (3,2382)
	1000 (4,8343)		979 (4,8252)	1001 (4,8435)

	1400 (8,9562)		1399 (8,9449)	1411 (8,9675)
	1800 (13,5913)		1799 (13,5798)	1801 (13,6028)

Таблица 39. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термомпары типа N

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка to °C (U ₀ , мВ)	Показания поверяемого калибратора t _x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
-200 - -100	-196,0 (-3,9496)		-197,0 (-3,9600)	-195,0 (-3,9391)
	-110,0 (-2,6118)		-111,0 (-2,6318)	-109,0 (-2,5917)
-100 - +900	-95,0 (-2,3012)		-95,7 (-2,3161)	-94,3 (-2,2862)
	-10,0 (-0,2604)		-9,7 (-0,2526)	-10,3 (0,2682)
	0,0 (0,0000)		-0,7 (-0,0183)	0,7 (0,0183)
	10,0 (0,2609)		9,3 (0,2425)	10,7 (0,2793)
	100,0 (2,7741)		99,3 (2,7534)	100,7 (2,7949)
	500,0 (16,7479)		499,3 (16,7211)	500,7 (16,7747)
	890,0 (31,9807)		889,3 (31,9533)	890,7 (32,0080)
901 - 1300	910,0 (32,7615)		909,2 (32,7303)	910,8 (32,7927)
	1100,0 (40,0866)		1099,2 (40,0562)	1100,8 (40,1170)
	1290,0 (47,1518)		1289,2 (47,1229)	1290,8 (47,1808)

Таблица 40. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термомпары типа R

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка to °C (U ₀ , мВ)	Показания поверяемого калибратора t _x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (мВ)	
			нижний	верхний
0 - 100	5 (0,0268)		3 (0,0160)	7 (0,0377)

	30 (0,1706)		28 (0,1586)	32 (0,1828)
	95 (0,6102)		93 (0,5955)	97 (0,6250)
101 - 1760	110 (0,7230)		109 (0,7154)	111 (0,7307)
	450 (3,9331)		449 (3,9225)	451 (3,9437)
	800 (7,9498)		799 (7,9375)	801 (7,9622)
	1200 (13,2315)		1199 (13,2175)	1201 (13,2454)
	1750 (20,8770)		1749 (20,8644)	1751 (20,8897)

Таблица 41. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термопары типа S

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (U_0 , мВ)	Показания поверяемого калибратора t_x , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (мВ)	
			нижний	верхний
0 - 100	5 (0,0273)		3 (0,0163)	7 (0,0384)
	30 (0,1728)		28 (0,1607)	32 (0,1851)
	95 (0,6094)		93 (,5949)	97 (0,6240)
101 - 1760	110 (0,7200)		109 (0,7125)	111 (0,7275)
	450 (3,7422)		449 (3,7325)	451 (3,7519)
	800 (7,3450)		799 (7,3341)	801 (7,3559)
	1200 (11,9648)		1199 (11,9525)	1201(11,9771)
	1750 (18,5033)		1749 (18,4925)	1751(18,5140)

Таблица 42. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термометра сопротивления типа Pt100 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - 0	-196,0 (20,247)		-196,3 (20,117)	-195,7 (20,376)
	-150,0 (39,723)		-150,3 (39,598)	-149,7 (39,848)
	-95,0 (62,280)		-95,3 (62,159)	-94,7 (62,401)
	-10,0 (96,086)		-10,3 (95,968)	-9,7 (96,203)
	0,0 (100,000)		-0,5 (99,805)	0,5 (100,195)
1 - 400	10,0 (103,903)		9,5 (103,708)	10,5 (104,097)
	100,0 (138,506)		99,5 (138,316)	100,5 (138,695)
	200,0 (175,856)		199,5 (175,672)	200,5 (176,040)
	390,0 (243,640)		389,5 (243,467)	390,5 (243,813)
400 - 800	410,0 (250,533)		409,2 (250,258)	410,8 (250,807)
	600,0 (313,708)		599,2 (313,451)	600,8 (313,965)
	790,0 (372,714)		789,2 (372,474)	790,8 (372,954)

Таблица 43. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термометра сопротивления типа Pt200 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - +100	-196,0 (40,493)		-196,2 (40,321)	-195,8 (40,665)
	-150,0 (79,446)		-150,2 (79,280)	-149,8 (79,613)
	-10,0 (192,172)		-10,2 (192,015)	-9,8 (193,329)

	0,0 (200,000)		-0,2 (199,844)	0,2 (200,156)
	95,0 (273,215)		94,8 (273,063)	95,2 (273,367)
101 - 300	110,0 (284,585)		109,7 (284,358)	110,3 (284,812)
	200,0 (351,712)		199,7 (351,491)	200,3 (351,933)
	290,0 (416,968)		289,7 (416,753)	290,3 (417,182)
301 - 630	310,0 (431,215)		309,6 (430,931)	310,4 (431,499)
	450,0 (528,358)		449,6 (528,087)	450,4 (528,629)
	620,0 (640,231)		619,6 (639,976)	620,4 (640,486)

Таблица 44. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термометра сопротивления типа Pt500 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - +100	-196,0 (101,233)		-196,2 (100,802)	-195,8 (101,663)
	-150,0 (198,616)		-150,2 (198,199)	-149,8 (199,033)
	-10,0 (480,429)		-10,2 (480,037)	-9,8 (480,821)
	0,0 (500,000)		-0,2 (499,609)	0,2 (200,391)
	95,0 (683,038)		94,8 (682,658)	95,2 (683,418)
101 - 300	110,0 (711,463)		109,7 (710,895)	110,3 (712,030)
	200,0 (879,280)		199,7 (878,728)	200,3 (879,832)
	290,0 (1042,420)		289,7 (1041,884)	290,3 (1042,956)
301 - 630	310,0 (1078,038)		309,6 (1077,328)	310,4 (1078,748)
	450,0 (1320,896)		449,6 (1320,218)	450,4 (1321,573)
	620,0 (1600,578)		619,6 (1599,939)	620,4 (1601,216)

Таблица 45. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термометра сопротивления типа Pt1000 ($W_{100}=1,3850$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-200 - +100	-196,0 (202,465)		-196,2 (201,603)	-195,8 (203,327)
	-150,0 (397,232)		-150,2 (396,399)	-149,8 (398,065)
	-10,0 (960,859)		-10,2 (960,075)	-9,8 (961,643)
	0,0 (1000,000)		-0,2 (999,218)	0,2 (1000,782)
	95,0 (1366,077)		94,8 (1365,317)	95,2 (1366,836)
101 - 300	110,0 (1422,925)		109,7 (1421,791)	110,3 (1424,060)
	200,0 (1758,560)		199,7 (1757,457)	200,3 (1759,663)
	290,0 (2084,839)		289,7 (2083,767)	290,3 (2085,911)
301 - 630	310,0 (2156,075)		309,6 (2154,655)	310,4 (2157,495)
	450,0 (2641,791)		449,6 (2640,436)	450,4 (2643,147)
	620,0 (3201,155)		619,6 (3199,878)	620,4 (3202,432)

Таблица 46. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термометра сопротивления типа Cu10 ($W_{100}=1,4274$)

Диапазон измерения, °C	Поверяемая точка t_0 °C (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_x , °C	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °C (Ом)	
			нижний	верхний
-100 - +260	-95,0 (5,370)		-97,0 (5,293)	-93,0 (5,447)
	-40,0 (7,492)		-42,0 (7,415)	-38,0 (7,569)
	-10,0 (8,649)		-12,0 (8,572)	-8,0 (8,726)
	0,0 (9,035)		-2,0 (8,958)	2,0 (9,112)
	25,0 (10,000)		23,0 (9,922)	27,0 (10,077)

	100,0 (12,893)		98,0 (12,816)	102,0 (12,970)
	180,0 (15,979)		178,0 (15,902)	182,0 (16,056)
	250,0 (18,680)		248,0 (18,603)	252 (18,757)

Таблица 47. Определение основной погрешности формирования статической характеристики термометра сопротивления типа Cu50 ($W_{100}=1,4260$)

Диапазон измерения, °С	Поверяемая точка t_0 °С (R_0 , Ом)	Показания поверяемого калибратора t_X , °С	Предел допускаемых показаний поверяемого калибратора, °С (Ом)	
			нижний	верхний
-50 - +150	-45,0 (40,303)		-45,6 (39,978)	-44,4 (40,433)
	-20,0 (45,704)		-20,6 (45,575)	-19,4 (45,833)
	-10,0 (47,855)		-10,6 (47,726)	-9,4 (47,983)
	0,0 (50,000)		-0,6 (49,872)	0,6 (50,128)
	20,0 (54,260)		19,4 (54,132)	20,6 (54,388)
	50,0 (60,650)		49,4 (60,522)	50,6 (60,778)
	95,0 (70,235)		94,4 (70,107)	99,6 (70,363)
	110,0 (73,430)		109,0 (73,217)	111,0 (73,643)
	145,0 (80,885)		144,0 (80,672)	146,0 (81,098)

Таблица 48. Определение основной погрешности формирования частоты

Предел формирования, кГц	Поверяемая точка F_0 , кГц	Показания эталонного частотомера F_X , кГц	Предел допускаемых показаний эталонного частотомера, кГц	
			нижний	верхний
100 Гц	1,00 Гц		0,98	1,02
	10,00 Гц		9,98	10,02
	25,00 Гц		24,98	25,02
	50,00 Гц		49,98	50,02

	100,00 Гц		99,98	100,02
1	0,100		0,098	0,102
	0,250		0,248	0,252
	0,500		0,498	0,503
	1,000		0,998	1,002
10	1,0		0,8	1,2
	2,5		2,3	2,7
	5,0		4,8	5,2
	10,0		9,8	10,2
100	10		8	12
	25		23	27
	50		48	52
	100		98	102

Таблица 49. Определение основной погрешности формирования числа импульсов

Диапазон частоты следования импульсов,	Поверяемая точка N_0 , имп.	Показания эталонного частотомера N_x , имп.	Предел допускаемых показаний эталонного частотомера, имп.	
			нижний	верхний
100 Гц	2		1	3
	10		9	11
	100		99	101
	1000		990	1010
1 кГц	10		9	11
	1000		990	1010
	10000		9900	1100
10 кГц	10		9	11
	1000		990	1010

	10000		9900	1100
	100000		99900	10100